

## MORPHOLOGICAL, GRANULOMETRIC AND BOTTOM BATHYMETRIC RESEARCH OF THE BEACH ON THE SOUTH COAST OF KOBULETI

N. Gaphrindashvili<sup>\*,\*\*</sup>, I. Papashvili<sup>\*\*</sup>, V. Gvakharia<sup>\*,\*\*</sup>,  
N. Machitatzé<sup>\*,\*\*</sup>, K. Beriashvili<sup>\*\*\*</sup>

*\* Alexandre Janelidze Institute of Geology of Ivane Javakishvili Tbilisi State University*

*\*\* LTD Research Center "GAMMA"*

*\*\*\* Georgia Technical University*

DOI: <https://doi.org/10.52340/pajig.2024.136.11>

**Abstract.** The paper presents the assessment of the modern state of the coastline of the southern part of Kobuleti, which included the determination of the granulometry of the beach-building material, the morphological assessment and topographic survey of the coast, bathymetric study of the underwater slope. Results may be used as a background condition to evaluate changes of the seashore.

Key words: beach; morphology; bathymetry.

საკვანძო სიტყვები: პლაჟი; მორფოლოგია; ბათიმეტრია.

### გაფართოებული რეზიუმე

ქობულეთის სამხრეთ სანაპიროზე პლაჟის მორფოლოგიური, პლაჟამგები მასალის გრანულომეტრიული და ფსკერის ბათიმეტრიული კვლევა. ნ. გაფრინდაშვილი, ი. პაპაშვილი, ვ. გვახარია, ნ. მაჩიტაძე, ქ. ბერიაშვილი. ჯერ კიდევ XIX საუკუნეში როდესაც საზღვაო ინფრასტრუქტურის განვითარების მხრივ საქართველოში დიდი ნაბიჯები გადაიდგა, შავი ზღვის სანაპირო ზოლში ნაპირების მდგრადობის პრობლემებმა იჩინა თავი. საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროების უდიდესი ნაწილი წარეცხვას განიცდის, იკარგება ზღვისპირეთის მიწის ფართობები. ამავდროულად, საქართველოზე გამავალი აბრეშუმის გზა და მზარდი მოთხოვნა ენერგორესურსებზე, აუცილებელს ხდის საზღვაო და სამდინარო ინფრასტრუქტურის განვითარებას. ინფრასტრუქტურული განვითარების გარეშე კი წარმოუდგენელია ეკონომიკური დარგის წინსვლა.

საქართველოს შავი ზღვის, აჭარის სანაპირო ზოლში ნაპირდამცავი სამუშაოების ჩატარება აუცილებელი გახდა XIX საუკუნის ბოლოდან, როდესაც დამთავრდა ბათუმის პორტის (1884წ.) მშენებლობა. როგორც ცნობილია, ბათუმის პორტმა მთლიანად გადაკეტა პლაჟწარმომქმნელი მასალის ნაპირგასწვრივი მოძრაობა ჩრდილოეთისაკენ, რამაც გამოიწვია ქ. ბათუმი-ქობულეთის სანაპირო მონაკვეთზე პლაჟების წარეცხვა და ნაპირის ხაზის უკან დახევა. საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო განიცდიდა არამხოლოდ ინფრასტრუქტურის მშენებლობის შედეგად გამოწვეულ ზეგავლენას, არამედ სანაპიროს სიახლოვეს მოწყობილი კარიერებიდან მშენებლობის მიზნებისთვის ინერტული პლაჟამგები მასალის მოპოვების შედეგად წარმოქმნილ ზემოქმედებას. ამრიგად, სანაპიროს მდგრადობა მეტად პრობლემატური გახდა. პროცესის შესარბილებლად შემუშავდა და განხორციელდა სხვადასხვა ნაპირდაცვითი ღონისძიებები. თავდაპირველად მოხდა ნაპირების რკინა-ბეტონით გამაგრება გრავიტაციული კედლების სახით. კედ-

ლებს დროთა განმავლობაში საფეხურებრივი ფორმა მიეცა, გაიზარდა მისი საძირკვლის ჩაღრმავება 0.4 მ-დან 1.0 მ-მდე. თუმცა, სანაპიროზე მოწყობილი ყველა მსგავსი დამცავი ნაგებობა დროებითი და არამდგრადი აღმოჩნა.

XX საუკუნის 30-იანი წლებიდან დაიწყო შეზნექილი ფორმის ნაპირდამცავი ნაგებობების მშენებლობა, რომლის ჩაღრმავება დაახლოებით 3.0 მ-ს აღწევდა, მაგრამ არც ეს გადაწყვეტილება აღმოჩნდა ეფექტური, რადგან ორი ათეული წლის შენდგომ, ნაგებობა დეფორმაციას და საბოლოოდ ნგრევას განიცდიდა.

XX საუკუნის 50-იანი წლებიდან ქ. ქობულეთის ტერიტორიაზე განხორციელდა პლაჟშემაკავებელი ბუნების მშენებლობა, რამაც შეაჩერა მოძრავი მყარი მასალის ნაკადი, თუმცა სასურველი შედეგი ამ კონსტრუქციამაც ვერ გამოიღო.

დროთა განმავლობაში გამოირკვა, რომ აჭარის პლაჟების დაცვა, პლაჟწარმომქმნელი მასალის მკვეთრი დეფიციტის პირობებში, შესაძლებელი გახდა სანაპიროს მხოლოდ ცალკეულ ლოკალური უბნებისთვის, სადაც ბუნები და ტალღმსხვრევები სრულად იცავდნენ ნაპირს ზღვისმიერი ეროზიისაგან, ამავე დროს, მათთან უშუალოდ მიმდებარე სანაპიროს უბნები დაუცველი რჩებოდა და წარეცხვას განიცდიდა.

შექმნილი მწვავე მდგომარეობიდან გამომდინარე, მეტად მნიშვნელოვანია სანაპირო ზოლის მდგომარეობაზე დაკვირვება, მიმდინარე გეოდინამიკური პროცესების შესწავლა და ტენდენციის განსაზღვრა. წინამდებარე ნაშრომში შეფასებულია ქ. ქობულეთის სამხრეთ ნაწილის სანაპირო ზოლის თანამედროვე მდგომარეობა, რაც მოიცავს პლაჟმგები მასალის გრანულომეტრიის დადგენას, სანაპიროს მორფოლოგიურ შეფასებას, ხმელეთის ნაწილის ტოპოგრაფიულ კვლევას და მისი მოსაზღვრე წყალქვეშა ფერდობის ბათიმეტრიულ შესწავლას. კვლევის შედეგად შედგენილია ტოპოგრაფიული რუკა, მომზადებულია წყალქვეშა ფერდობის ბათიმეტრიული რუკა. დადგენილია პლაჟის თანამედროვე გრანულომეტრიული შედგენლობა. მიღებული შედეგები და მასალები მნიშვნელოვანია ნატანის გადაადგილების კრიტერიუმების შესაფასებლად. სამომავლოდ, ზღვის სანაპიროს განვითარებისა და ცვლილებების შესაფასებლად, შესაძლებელია მოპოვებული მასალების ფონურ რეპერად გამოყენება.

## INTRODUCTION

Back in the 19th century, when great steps were taken in the development of marine infrastructure in Georgia, the problems of shore stability in the Black Sea coastline appeared. The largest part of the coasts of the Black Sea of Georgia is washed away, areas of coastal land are lost (Gaphrindashvili, 2018. Papashvili, 1996). At the same time, the Silk Road passing through Georgia and the growing demand for energy resources make the development of maritime and river infrastructure necessary. Without infrastructural development, it is impossible to advance the economic sector.

It became necessary to carry out shore protection works in the Adjara coast of the Black Sea of Georgia from the end of the 19th century, when the construction of the Batumi port (1884) was completed (Metreveli, 2022, Gigineishvili, 1999). As it is known, the Batumi port completely blocked the coastal movement of beach-forming material to the north, which caused erosion of Beaches on the Batumi-Kobuleti coastal section and retreat of the shore line

(Papashvili, 1996). The Black Sea coast of Georgia suffered not only from the impact caused by infrastructure construction, but also from the extraction of inert beach-building material for construction purposes from quarries located near the coast. Thus, the stability of the coast became very problematic, various coastal protection measures were developed and implemented to mitigate the process, such as reinforcing the shores with reinforced concrete in the form of gravity walls. Over time, the walls were given a stepped shape, the depth of its foundation increased from 0.4 m to 1.0 m. However, all such protective structures on the coast turned out to be temporary and unstable (JSC "Saknapiradtsva", 2000, 2001).

From the 30s of the 20th century, the construction of convex-shaped embankment structures began, the depth of which reached about 3.0 m, but even this decision was not effective, after two decades of construction, the structure suffered deformation and eventually collapse (JSC "Saknapiradtsva", 2003).

From the 50s of the 20th century in the territory of Kobuleti, the construction of a beach barrier was implemented, which stopped the flow of moving solid material, but this construction did not produce the desired result either (Guntsadze, 2014). Over time, it turned out that the protection of Adjara beaches, in the conditions of a sharp shortage of beach-forming material, became possible for isolated local areas of the coast, where nature and breakwaters fully protected the shore from sea erosion, at the same time, the areas of the coast directly adjacent to them remained unprotected and suffered from washing away (EIA Khelvachauri, 2014).

Due to the acute situation, it is very important to observe the state of the coastline, study the current geodynamic processes and determine the trend. In the present paper, it is estimated that the modern state of the coastline of the southern part of Kobuleti, which includes the determination of the granulometry of the beach-building material, the morphological assessment of the coast, the topographical survey of the terrestrial part and the bathymetric study of its bordering underwater slope. As a result of the research, a topographic map was drawn up, and a bathymetric map of the underwater slope was prepared. The modern granulometric composition of the beach is determined. The obtained results and materials are important for the assessment of the criteria of sediment movement. The extracted materials may be used in the future as a background benchmark to evaluate the development and changes of the seashore.

## MATERIAL AND METHODS

A field study was conducted in September 2023, which included approximately 1000 meters of coastline. During the field survey, we took samples at 9 points along the beach in the extreme northern, middle, and extreme southern parts of the project area for granulometric analysis of the beach-forming material. Samples were taken at the beach-water line, the middle of the beach, and the landward line of the beach. The results of samples taken from points 1, 2, 3; 4, 5, 6; and 7, 8, 9 were averaged to obtain a common value for 3 points. Approximately 3 kg of samples were taken at each point, and in the averaged data (ie: average of 1, 2, 3 samples) approximately 9 kg of beach material was analyzed.

The taken samples were properly labeled and placed to dry, after that granulometric laboratory analysis was conducted using a sieve method. During the fieldwork, a bathymetric survey was conducted to measure the depth of the seabed.

Bathymetric mapping of the seabed adjacent to the project area was carried out using Sonar Mite BTX and Leica Gps Rover, which ensures high accuracy of depth and X,Y coordinates. These devices were mounted on the boat and connected to the GPS rover controller via Bluetooth.

Sonar btx is a single-beam echo sounder used to measure depths near the shore. The depth data is linked to the X, Y coordinates of the GPS rover with an error margin of no more than 1 cm. The planning was done in the UTM WGS 1984 coordinate system.

The text format information collected from the fieldwork is processed in Leica GEO Office. This processed text file can be used to create a bathymetric map using software such as AutoCAD Civil, ArcGIS, and other similar programs.

Bathymetric planning was conducted from the coastline to the sea using a pre-prepared survey route. See the figures of the work plan and survey route below.

## CHARACTERIZATION OF THE STUDY AREA

The beach is primarily composed of pebbly material and has a slope towards the sea of about 0.05-0.11 ( $\arctan \alpha$ ). In the survey area, two channels flow from the plot and meet the sea.

Visual assessment shows that the zone of influence of sea waves is observed on the beach, with a width of about 45-50 meters. Vegetation cover develops where the zone of influence of sea waves ends. There is a 2-2.5 m high dune between the sea and the land. Due to the inert material mining in the past centuries, the morphology of the back area of the dune has changed.

## DISCUSSION OF RESULTS

### GRANULOMETRY OF BEACH-BUILDING MATERIAL

Granulometric analysis indicates that in the averaged data of samples 1, 2, and 3, pebbles with a diameter of 1 and 2 cm make up about 50%, while 12% consists of pebbles with a size of 5 cm and larger, and the remaining portion is composed of fine material measuring 0.5 cm and less.

In summary of samples 4, 5, and 6, 11% are pebbles with a size of 5 cm and larger, 17% have a diameter of 2 cm, and 23% have a diameter of 1 cm, totaling 51%. The rest is fine fractional material.

For samples 7, 8, and 9 in the averaged data, the prevalent fractions are as follows: 24-24% consists of fractions of 0.1 cm and 0.25 cm, 22% comprises fractions with a diameter of 2 cm, 19% with a diameter of 1 cm, and 9% with a diameter of 0.5 cm (Table 1, Table 2).

Table 1

Results of Granulometric Analysis at Each Point

| Diameter  | N1  | N 2  | N 3  | N 4 | N 5 | N 6  | N 7  | N 8  | N 9  |
|-----------|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 5 cm      | 185 | 0    | 922  | 973 | 0   | 0    | 0    | 189  | 0    |
| 2 cm      | 602 | 120  | 1420 | 589 | 720 | 190  | 1377 | 623  | 0    |
| 1 cm      | 346 | 1456 | 442  | 111 | 480 | 1437 | 1443 | 223  | 7    |
| 0.5 cm    | 158 | 906  | 94   | 7   | 230 | 731  | 126  | 508  | 202  |
| 0.25 cm   | 74  | 13   | 58   | 4   | 51  | 323  | 24   | 1163 | 916  |
| 0.1 cm    | 789 | 370  | 58   | 340 | 569 | 306  | 0    | 261  | 1865 |
| 0.06 cm   | 167 | 56   | 1    | 52  | 171 | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.02 cm   | 535 | 109  | 3    | 750 | 641 | 10   | 0    | 8    | 3    |
| 0.016 cm  | 52  | 14   | 2    | 90  | 81  | 15   | 0    | 2    | 0    |
| 0.0063 cm | 38  | 10   | 2    | 36  | 37  | 17   | 0    | 2    | 2    |
| Silt      | 5   | 0    | 0    | 0   | 5   | 0    | 0    | 0    | 0    |

Table 2

Summary results of analysis

| Diameter  | N 1 +2 +3 | N 4+5+6 | N 7+8+9 |
|-----------|-----------|---------|---------|
| 5 cm      | 1107      | 973     | 189     |
| 2 cm      | 2142      | 1499    | 2000    |
| 1 cm      | 2244      | 2028    | 1673    |
| 0.5 cm    | 1158      | 968     | 836     |
| 0.25 cm   | 145       | 378     | 2103    |
| 0.1 cm    | 1217      | 1215    | 2126    |
| 0.06 cm   | 224       | 223     | 0       |
| 0.02 cm   | 647       | 1401    | 11      |
| 0.016 cm  | 68        | 186     | 2       |
| 0.0063 cm | 50        | 90      | 4       |
| Silt      | 5         | 5       | 0       |

## TOPOGRAPHIC AND BATHYMETRIC RESEARCH

Based on topographical and field studies, the width of the beach affected by waves varies between 45-50 m. The results of the topographic survey show that the difference between the highest and lowest points of the beach is 2.6-3 meters. Although the width of the beach has decreased compared to historical records, it still has the ability to dissipate most of storm waves. See the graphical representation of the obtained results below (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3).

The results of the bathymetric survey indicate that the seabed is uniform, with no depressions or accumulation sections. The depths increase evenly with respect to the distance from the shore. The average depth variations are as follows (Fig. 4, Fig. 5):

- The 1-meter isobath is fixed at a distance of 25 meters;

- The 2-meter isobath is fixed between 45 and 70 meters;
- The 3-meter isobath is fixed between 120 and 200 meters;
- The 5-meter isobath is fixed between 220 and 440 meters;
- The 10-meter isobath is fixed between 750 and 860 meters.

These data were compared with the depths indicated on the 1980s topographical maps. It turned out that the water depths have not changed significantly over time and remain relatively stable.



Fig. 1. The results of the topographic and bathymetric survey are mapped onto an aerial photograph using the Arc Gis tool, adding shore widths.

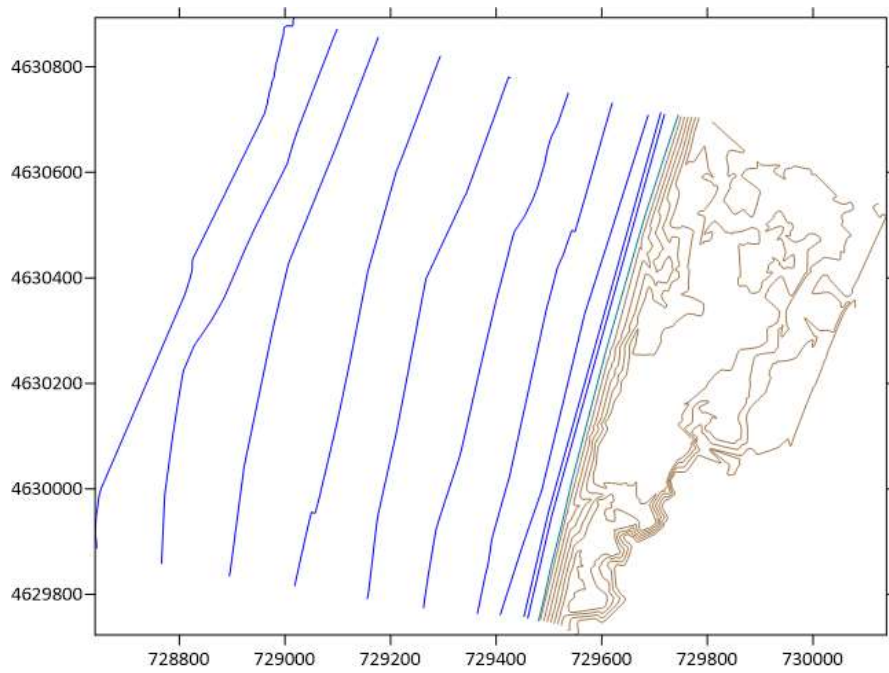


Fig. 2. Contour map of results of bathymetric and topographic planning (isobaths are provided with 1 m span, up to 10 m isobath).

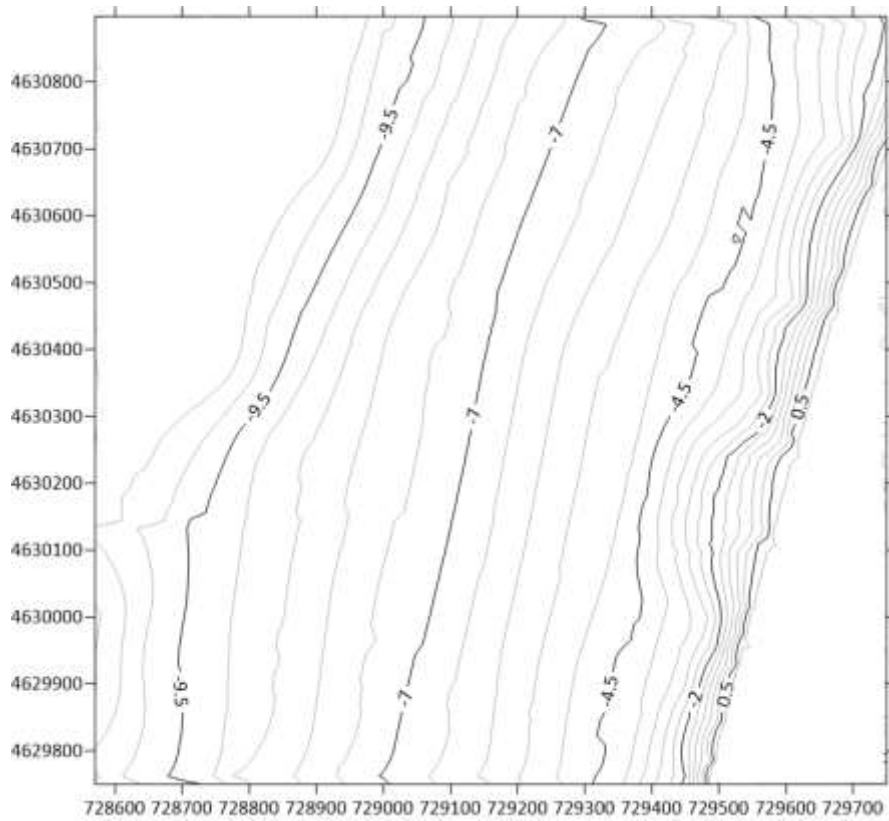


Fig. 3. Contour map of bathymetric planning.

Based on the above, the increase in water depth does not vary fast compared to the distance; in contrast to some sections of the Kobuleti area, the water area of the project territory is shallow, where strong waves break during storm periods, while the weak waves reach the beach (Fig. 4, Fig. 6).

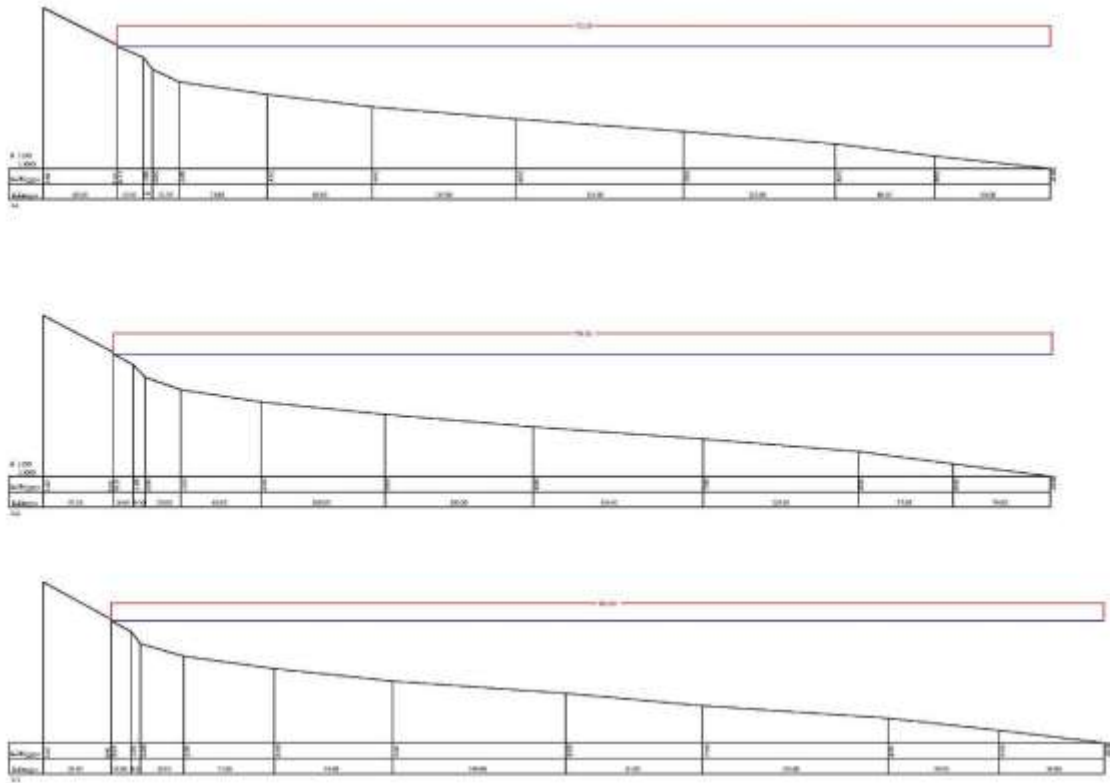


Fig. 4. Planning profiles/sections (1-1; 2-2; 3-3) with depths.

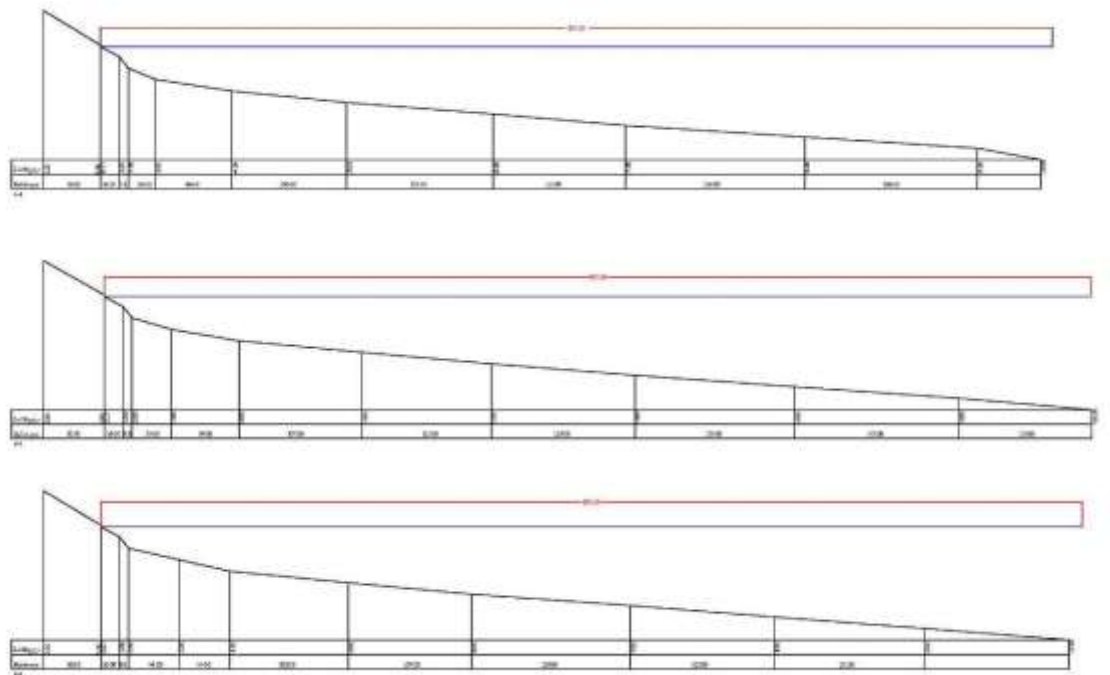




Fig. 5. Planning profiles/sections (4-4; 5-5; 6-6) with depths.

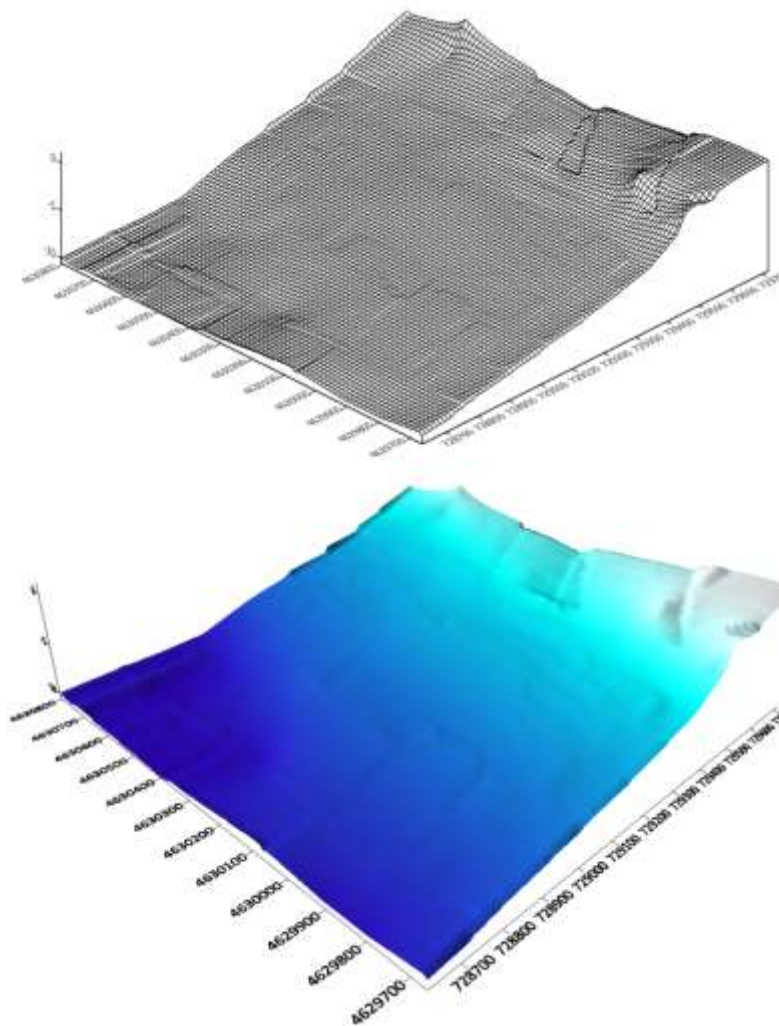


Fig. 6. A 3D map of the underwater surface/seabed resulting from the planing.

## CONCLUSIONS

1. There is a 2-2.5 m high dune between the sea and the land. Due to the inert material mining in the past centuries, the morphology of the back area of the dune has changed.
2. Compared to historical data it was established that the water depths have not changed significantly over time and remain relatively stable.
3. In the present paper, is estimated the modern state of the coastline of the southern part of Kobuleti, which includes the determination of the granulometry of the beach-building material, the morphological assessment of the coast, the topographical survey of the terrestrial part and the bathymetric study of its bordering underwater slope. As a result of the research, a topographic map was drawn up, and a bathymetric map of the underwater slope was prepared. The modern granulometric composition of the beach is determined. The obtained results and materials are important for the assessment of the criteria of sediment

movement. The extracted materials may be used in the future as a background benchmark to evaluate the development and changes of the seashore.

4. The increase in water depth does not vary fast compared to the distance; in contrast to some sections of the Kobuleti area, the water area of the project territory is shallow, where strong waves break during storm periods, while the weak waves reach the beach.
5. Based on topographical and field studies, the width of the beach affected by waves varies between 45-50 m. Although the width of the beach has decreased compared to historical records, it still has the ability to dissipate most of storm waves.
6. Visual assessment shows that the zone of influence of sea waves is observed on the about 45-50m width beach. Vegetation cover develops where the zone of influence of sea waves ends.

## REFERENCES

- Environmental impact assessment report of Khelvachauri 1, 2 and Kirnati HPPs 2014, pp. 33-46.
- Gaphrindashvili N., Papashvili I., Machitadze N., Gelashvili, N., Gvakharia V. (2018). Assessment of Lithodynamic Status of Batumi - Gonio Coastline. Georgian Chemical Journal, vol. 18, N 1, pp. 223-228. ISSN 1512-0686 (in Georgian).
- Gigineishvili G., Metreveli G., Gzirishvili T., Beritashvili B. (1999). Impact of modern global climate warming on the coastal zone of Georgia. United Nations, National Agency of the Framework Convention on Climate Change, TSU, Geographical Society of Georgia.
- Guntsadze T. (2014). Morphodynamics of the Black Sea Coastline of Adjara.
- JSC "Saknapiradtsva", report "Modern morphodynamics and development forecasts of the coastal zone of Batumi Cape", Tbilisi, 2000.
- JSC "Saknapirdatsva", report "Analysis of coastal defense measures provided for by the general scheme of the Black Sea Adjara coast and preparation of bases for its correction". 1999-2000.
- Metreveli G., Machavariani L., Gulashvili Z. (2022). Positives and negatives of reservoirs.
- Papashvili I. (1996). Modern trends in the development of the coastal zone of Adjara. Scientific report "Sandi", Tbilisi, 56 p.
- SSC "Saknapirdatsva", report "Md. The influence of the processes taking place in Chorokhi and its tributaries on the stability of the lithodynamic system of Chorokhi". Tbilisi, 2001.

## ORCID iD

Niko Gaphrindashvili - <https://orcid.org/0009-0005-6550-7106>

Vakhtang Gvakharia - <https://orcid.org/0009-0008-0430-0197>

Nino Machitadze - <https://orcid.org/0000-0001-5173-3923>

Ketevan Beriashvili - <https://orcid.org/0009-0007-0925-2748>